

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-065921

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

G01S 13/34

G01S 13/93

(21)Application number : 10-231571

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.08.1998

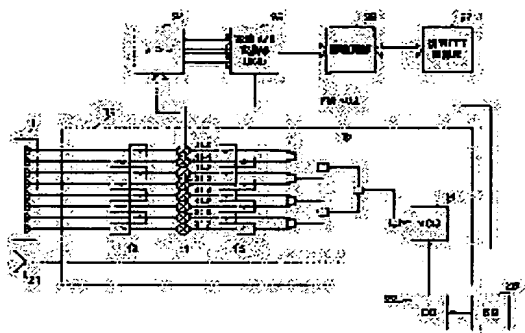
(72)Inventor : YAMADA YUKINORI

(54) FM-CW RADAR APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the occurrence of pairing mistakes and detect a target correctly by calculating target information from representative beat frequencies of paired level peak groups of an up section and a down section.

SOLUTION: A peak-extracting means extracts a level peak at the same scan angle of beat frequencies obtained by mixing a detection signal and a transmission signal at each down section. A grouping means groups almost equal, adjacent beat frequencies in a scan direction for each of the extracted level peaks of an up section and the down section, thereby generating level peak groups. A pairing means pairs the level peak groups of the up section and down section of the same representative scan angle. An arithmetic means calculates target information from representative beat frequencies of the paired level peak groups of the up section and down section.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3480486

[Date of registration] 10.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-65921

(P 2000-65921 A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000. 3. 3)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 1 S 13/34

G 0 1 S 13/34

5J070

13/93

13/93

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-231571

(22) 出願日 平成10年8月18日 (1998. 8. 18)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 幸則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

F ターム (参考) 5J070 AB19 AC02 AC06 AD09 AD13

AF03 AG07 AH14 AH19 AH25

AH31 AH33 AH35 AH50 AJ13

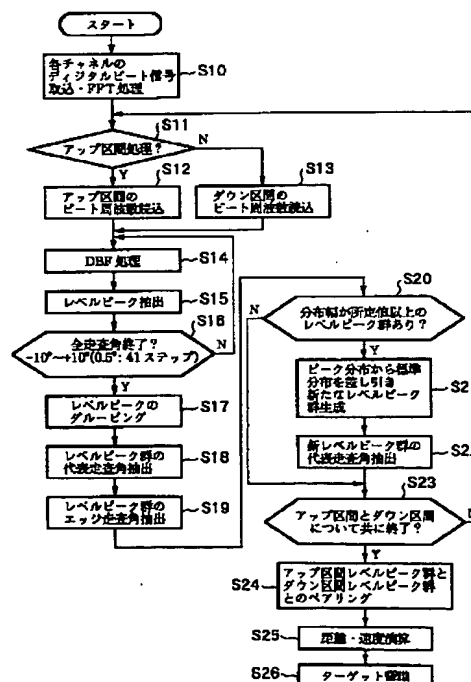
AK14 BA01

(54) 【発明の名称】 FM-CWレーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 アップ区間のビート周波数とダウン区間のビート周波数と適切なペアリングを可能にする FM-CW レーダ装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の FM-CW レーダ装置は、アップ区間およびダウン区間のそれぞれにおいて受信信号と送信信号とをミキシングして得られたビート周波数の同一の走査角でのレベルピークを抽出するピーク抽出手段と、抽出されたアップ区間レベルピークおよびダウン区間レベルピークのそれぞれについて、走査方向に隣り合うほぼ同一のビート周波数のものをグルーピングしてレベルピーク群を生成するグルーピング手段と、アップ区間レベルピーク群とダウン区間レベルピーク群とを代表走査角が等しいもの同士でペアリングするペアリング手段と、ペアリングされたアップ区間レベルピーク群の代表ビート周波数とダウン区間レベルピーク群の代表ビート周波数とからターゲット情報を算出する演算手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 走査型の FM-CW レーダ装置において、

変調周波数増加区間および変調周波数減少区間のそれぞれにおいて受信信号と送信信号とをミキシングして得られたビート周波数の同一の走査角でのレベルピークを抽出するピーク抽出手段と、

前記抽出された増加区間レベルピークおよび減少区間レベルピークのそれぞれについて、走査方向に隣り合うほぼ同一のビート周波数のもの同士をグルーピングしてレベルピーク群を生成するグルーピング手段と、
増加区間レベルピーク群と減少区間レベルピーク群とを代表走査角が等しいもの同士でペアリングするペアリング手段と、

ペアリングされた増加区間レベルピーク群の代表ビート周波数と減少区間レベルピーク群の代表ビート周波数とからターゲット情報を算出する演算手段とを備えたことを特徴とする FM-CW レーダ装置。

【請求項 2】 前記レベルピーク群のピーク分布幅が所定幅以上のときには当該ピーク分布から標準分布を差し引いて新たなピーク分布のレベルピーク群を生成した後、前記ペアリング手段によるペアリングを行うことを特徴とする請求項 1 に記載の FM-CW レーダ装置。

【請求項 3】 前記標準分布は予め測定記憶されたシングルターゲットのレベルピークデータを正規化したものであることを特徴とする請求項 2 に記載の FM-CW レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、連続波（CW）に周波数変調（FM）を掛けた送信信号を用いる FM-CW レーダ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】FM-CW レーダは、パルスレーダと比較すると比較的近距离の物体の探知に適しており、近年では、自動車に搭載して先行する自動車等の位置および相対速度を検出する手段としての FM-CW レーダ装置の研究開発が進められている。

【0003】FM-CW レーダ装置では、同一ビームにおける変調周波数増加区間（以後、単にアップ区間という）のビート周波数と変調周波数減少区間（以後、単にダウン区間という）のビート周波数とからそのビーム方向にあるターゲットの距離および速度を算出する。この処理を走査範囲の全ビームに対して実行することにより、走査範囲に存在するターゲットの情報を得る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ターゲットが単一の場合には、ターゲットからの反射波に基づくビート周波数のレベルピークがアップ区間およびダウン区間においてそれぞれ単一である。したがって、各区間におけるレベ

ルピークを示すビート周波数を用いて当該ターゲットの距離及び速度を求めることができる。

【0005】ところが、検知範囲内に種々の物体が混在していた場合には、同一ビーム内でアップ区間およびダウン区間のそれぞれにおいてビート周波数のレベルピークが多数存在する場合が多い。そのため、アップ区間におけるビート周波数の任意のレベルピークをダウン区間のいずれのビート周波数レベルピークとペアリングするかを判断することが困難であり、ペアリングミスが生じやすかった。

【0006】特に、FM-CW レーダ装置を周辺車両検出のための車載用レーダ装置として用いた場合には、目標ターゲットである周辺車両からだけでなく、路側固定物のような目標ターゲット以外の様々な物体からの反射があるため、上述したようなペアリングミスが生じやすい。たとえば、移動物体と固定物体の 2 つから反射があったとすると、それぞれに対応するビート周波数の大小関係はアップ区間とダウン区間で逆転していることがあり、その場合に単純にビート周波数の大きさ順にペアリングすると、ターゲットを正しく認識できない。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の FM-CW レーダ装置は、このような課題を解決するためのものであり、アップ区間およびダウン区間のそれぞれにおいて受信信号と送信信号とをミキシングして得られたビート周波数の同一の走査角でのレベルピークを抽出するピーク抽出手段と、抽出されたアップ区間レベルピークおよびダウン区間レベルピークのそれぞれについて、走査方向に隣り合うほぼ同一のビート周波数のもの同士をグルーピングしてレベルピーク群を生成するグルーピング手段と、アップ区間レベルピーク群とダウン区間レベルピーク群とを代表走査角が等しいもの同士でペアリングするペアリング手段と、ペアリングされたアップ区間レベルピーク群の代表ビート周波数とダウン区間レベルピーク群の代表ビート周波数とからターゲット情報を算出する演算手段とを備える。

【0008】ターゲットの距離及び速度が実質的に変化しない短い期間内で所定範囲のビーム走査が行われれば、任意のターゲットからの反射波に基づくビート周波数はアップ区間とダウン区間のそれぞれにおいて一つの値に定まる。

【0009】したがって、ピーク抽出手段で抽出されたレベルピークとなっているビート周波数に着目すると、アップ区間及びダウン区間のそれぞれにおいて走査方向にみて連続する同一のビート周波数は、同一のターゲットで反射された電波に基づくものと推定できる。

【0010】グルーピング手段では、このような同一のビート周波数をもつレベルピークをまとめることにより、一つのターゲットに対応すると考えられるレベルピーク群を生成する。なお、一つのレベルピーク群中の各

レベルピーク値は、ビーム方位（走査角）がターゲットの中心にあるときに最も高く、ビームがターゲット中心から離れるにしたがって徐々に低い値となる。

【0011】一方、一つのターゲットに対応するアップ区間のレベルピーク群とダウン区間のレベルピーク群の代表走査角（中心走査角）は一致しているはずである。したがって、ペアリング手段において、アップ区間のレベルピーク群とダウン区間のレベルピーク群を比較し、レベルピーク群の中心走査角が同一のもの同士をアップ区間およびダウン区間からそれぞれ選択してペアリングすれば、異なるターゲットに対応するレベルピーク群をペアリングすることがない。

【0012】このようにしてペアリングされたレベルピーク群の代表ビート周波数を演算手段においてFM-CWレーダのターゲット検出の一般式に当てはめれば、ターゲットの距離および速度を誤りなく検出できる。

【0013】ただし、複数のターゲットが同一距離・同一速度で並んでいる場合のように、複数のターゲットに起因するビート周波数が一致してしまうと、ターゲットが複数であるにも係わらずグルーピング手段により単一のレベルピーク群が生成されてしまう可能性がある。この場合には、代表走査角の決め方にもよるが、通常は、複数のターゲットのいずれかが代表的に検出されることになる。

【0014】このように複数ターゲットに対して一つのレベルピーク群が生成された場合には、一般に、レベルピーク群のピーク分布幅が広い。レベルピーク群の分布幅、換言すると、レベルピーク群が臨む走査角範囲は、レーダ装置の利用目的によってもことなるが、一般的に上限がある。

【0015】そこで、レベルピーク群のピーク分布幅が所定幅以上のときには、当該ピーク分布から標準分布を差し引いて新たなピーク分布のレベルピーク群を生成することが望ましい。

【0016】このようにして生成された新レベルピーク群は複数のターゲットのうちの反射波強度の最も強いターゲットを除いたターゲットに基づくものとなり、この新レベルピーク群を含めてペアリングすればターゲットの検出の分解能がさらに向上する。

【0017】標準分布は予め測定記憶されたシングルターゲットのレベルピークデータを正規化したものであることが望ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態であるFM-CWレーダ装置の構成を示すブロック図である。このFM-CWレーダ装置は、アンテナビームをデジタル信号処理により形成し走査するDBFレーダ装置でもある。

【0019】受信用アレーアンテナ1は各受信チャンネルに対応する8個の素子アンテナを備えている。各素子ア

ンテナはアイソレータ群12を構成する個々のアイソレータを介してそれぞれに対応するミキサ11-0~11-7に接続されている。

【0020】ミキサ11-0~11-7は、各素子アンテナに到達した受信信号に送信信号の一部をミキシングして、ビート信号を得るものである。ミキサ11-0~11-7にローカル信号として与えられる送信信号成分は、電圧制御型発振器（VCO）14から分岐回路15およびアイソレータ群13を介して与えられる。

【0021】発振器14は、中心周波数が f_0 （たとえば60GHz）のバラクタ制御型ガン発振器であり、変調用の直流電源22から出力される制御電圧によって、 $f_0 \pm (1/2) \Delta F$ までの被変調波を出力する。ここでのFM変調は、周波数増加区間（アップ区間）と周波数減少区間（ダウン区間）とが交互に連続する三角波変調であり、アップ区間では周波数が $f_0 - (1/2) \Delta F$ から $f_0 + (1/2) \Delta F$ までリニアに増加し、ダウン区間ではアップ区間と同じ時間内に周波数が $f_0 + (1/2) \Delta F$ から $f_0 - (1/2) \Delta F$ までリニアに減少する。

【0022】このFM被変調波は、分岐回路15を介して送信アンテナ21に与えられ送信信号として放射されると共に、上述したように、ローカル信号として8チャンネルに分岐され、各ミキサ11-0~11-7において8チャンネルの受信信号とそれぞれミキシングされてチャンネル別ビート信号を生成する。なお、直流電源22は変調用信号源23の制御により周期的に三角波状に出力電圧値を変化させる。

【0023】ミキサ群11、アイソレータ群12、13、発振器14、分岐回路15で構成される高周波回路10の後段には、低雑音増幅器24、高速A/D変換器25、信号処理部26、複素FFT演算部27が設けられている。

【0024】低雑音増幅器（アンプ）24は、ミキサ11-0~11-7から出力された8チャンネルのビート信号をバラレルに増幅するものである。また、アンプ24は、アンチエイリアシングのためにカットオフ周波数77kHzのローパスフィルタを内蔵している。

【0025】高速A/D変換器25は、8チャンネルの各ビート信号をバラレルに且つ同時にA/D変換する回路であり、200kHzでサンプリングを行う。このサンプリング周波数で、FM変調における三角波のアップ区間とダウン区間において、それぞれ128ポイントのサンプリングを行う。

【0026】信号処理部26は、高速A/D変換器25からチャンネル別デジタルビート信号を取得し、図2に示すフローチャートにしたがって種々の信号処理を施してターゲット（目標物）の認識処理を行う。

【0027】複素FFT演算部27は、信号処理部26における一連の処理の中の複素FFT演算を代行して実

行する演算部であり、信号処理部26からチャンネル別デジタルビート信号を受け取り、これに対して複素FFT演算を実施してその結果を信号処理部26に戻す。

【0028】つぎに、本装置の動作手順を図2に示すフローチャートとともに説明する。

【0029】まず、ステップS10で、チャンネル別デジタルビート信号を取り込む。このチャンネル別デジタルビート信号は、チャンネル別にアップ区間とダウン区間においてそれぞれ128ポイントのサンプリングが行われることにより得られるので、トータルで128（ポイント）×2（区間）×8（チャンネル）=2048ポイント分のデータを取り込むことになる。そして、これらのデータに基づいて、チャンネル別にFFT（高速フーリエ変換処理）実行し、ビート周波数情報を得る。ここで得られたビート周波数情報はすべて信号処理部26内の記憶部に格納される。なお、このチャンネル別ビート周波数情報は、後のDBF処理の際に必要な位相情報を含む。

【0030】ステップS11では、これから実行する各種の処理がアップ区間データに対するものかダウン区間データに対するものかを判断する。この判断で肯定された場合、すなわち以後の処理がアップ区間データに対するものである場合にはステップS12に移行し、ステップS10で記憶されたアップ区間のデジタルビート周波数情報を読み込み、後のDBF処理に備える。ステップS11で否定された場合は、ステップS13に進み、ステップS10で記憶されたダウン区間のデジタルビート周波数情報を読み込み、後のDBF処理に備える。

【0031】ステップS14では、ビート周波数情報に対してチャンネル別にデジタル信号処理による位相回転を施し、-10度から+10度までを41方向に0.5度刻みで分割した一つの走査角方向にビームを形成する。ステップS15では、ステップS14で形成したビームの方位（走査角 θ ）についてビート周波数を変数とするレベルピークを抽出する。ステップS16では、ステップS14のDBF処理およびステップS15のレベルピーク抽出処理を全方位に対して、すなわち、-10度から+10度までの41方位に対して終了したか否かを判断し、全方位に対してレベルピーク抽出が完了したときに、ステップS17に移行する。

【0032】ステップS17では、走査方向に隣り合うほぼ同一のビート周波数のもの同士をグルーピングしてレベルピーク群を生成する。

【0033】図3はグルーピングの様子を示すグラフであり、同図(a)はアップ区間でのグルーピング、同図(b)はダウン区間でのグルーピングの様子を示す。同図(a)および(b)において、横軸に走査角をとり、縦軸にビート周波数をとっている。また、レベルピークを点で示し、点の大きさでレベルピークの高さを示している。レベルピークが高いほど点の大きさが大きくなっている。

【0034】いま、アップ区間の処理中であるとする。図3(a)を参照すると、ビート周波数 f_1 のレベルピークが走査角 θ_1 を中心とする走査角範囲に連続して複数個存在する。ステップS17ではこれらのレベルピークをグルーピングし、一つのレベルピーク群31とする。同様にビート周波数 f_2 、 f_3 、 f_4 のレベルピークがそれぞれ走査角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 を中心とする走査角範囲に連続して複数個存在するので、これらをグルーピングし、それぞれレベルピーク群32、33、34とする。

【0035】レベルピークのグルーピングが終了すると、ステップS18において代表走査角の抽出が行われる。この実施形態では、レベルピーク群中の最も高いレベルを示すレベルピークの走査角を代表走査角とする。図3(a)を参照すると、レベルピーク群31および32の代表走査角が θ_1 であり、レベルピーク33および34の代表走査角がそれぞれ θ_2 および θ_3 である。

【0036】続いて、ステップS19では、各レベルピーク群のエッジ走査角を抽出する。エッジ走査角とは、レベルピーク群の最大レベル（代表走査角におけるレベル）から所定値だけ低いレベルとなる走査角のことであり、図3(a)を例にとると、各レベルピーク群31～34の左端および右端に位置するレベルピークの走査角のことである。

【0037】ステップS20では、各レベルピーク群のレベルピーク分布幅、すなわち、各レベルピーク群の左エッジ走査角から右エッジ走査角までの角度範囲を調べ、レベルピーク分布幅が所定値以上のものがあるか否かを判断する。この判断で肯定する場合には、ステップS21を経てステップS22へ進む。

【0038】ステップS21では、レベルピーク分布幅が所定値以上であるレベルピーク群のレベルピーク分布から、標準レベルピーク分布（以後、単に標準分布という）を差し引いて新たなレベルピーク群を生成する。ステップS22ではステップS21で生成された新レベルピーク群の代表走査角を抽出する。

【0039】図4は、ステップS21および22の処理を説明するためのグラフである。同図(a)は差し引き処理前のレベルピーク群のレベルピーク分布を示し、同図(b)は標準分布を示し、同図(c)は差し引き処理後に生成された新レベルピーク分布を示す。各グラフにおいて、横軸に走査角をとり、縦軸にピークレベルをとっている。

【0040】図4(a)に示すレベルピーク分布41は、ステップS17においてグルーピングされたものであり、ステップS18で代表走査角 θ_{41} が抽出され、ステップS20において分布幅 W_{41} が所定値以上であると判断されたものである。

【0041】図4(b)に示すレベルピーク分布42は、レベルピーク分布41に対する標準分布である。こ

の標準分布は、標準的なシングルターゲットに対するレベルピーク分布の代表走査角と代表走査角におけるピークレベルが、レベルピーク分布 4 1 の代表走査角とその代表走査角におけるピークレベルに一致するように正規化したものである。なお、標準的なシングルターゲットに対するレベルピーク分布は、予め測定され記憶されている。

【0042】図 4 (c) に示すレベルピーク分布 4 3 は、このような標準分布 4 2 をレベルピーク分布 4 1 から差し引いた結果を示すものである。

【0043】所定値を越える分布幅を有するレベルピーク分布は、複数のターゲットからの反射波に基づくものと考えられる。レベルピーク分布 4 3 は、同一距離・同一速度で並んでいる 2 つのターゲットからの反射波に基づくものであり、その代表走査角 $\theta 4 1$ は一方のターゲットからの反射波に基づくものである。標準分布 4 2 はその一方のターゲットからの反射波のみに基づくレベルピーク分布を推定したものであり、これをレベルピーク分布 4 1 から差し引くことにより、他方のターゲットの反射波のみに基づくレベルピーク分布を推定できる。レベルピーク分布 4 3 がそれであり、その代表走査角 $\theta 4 3$ がその他方のターゲットの方位を示している。なお、標準分布 4 2 の代表走査角 $\theta 4 2$ は定義からレベルピーク分布 4 3 の代表走査角 $\theta 4 1$ と同じである。

【0044】つづいてステップ S 2 3 に移行する。ステップ S 2 3 では、上述したステップ S 1 2 からステップ S 2 2 までの一連の処理をアップ区間とダウン区間の両方に対して実行したか否かが判断される。この判断で否定された場合はステップ S 1 1 に戻り、肯定された場合はステップ S 2 4 に進む。

【0045】ステップ S 2 3 からステップ S 1 1 に戻る場合というのは、アップ区間のビート周波数データに基づくステップ S 1 4 からステップ S 2 2 までの一連の処理が終了し、ダウン区間のビート周波数データに基づく同処理が未だ実行されていない場合であるため、ステップ S 1 1 での判断で否定される。そして、ステップ S 1 3 に移行してステップ S 1 0 で算出され記憶されたダウン区間のビート周波数データの読み込みが行われ、この読み込みデータに基づいて、ステップ S 1 4 からステップ S 2 2 までの処理が実行される。この時点でステップ S 2 3 に移行すると、そこでの判断は肯定されステップ S 2 4 に移行する。

【0046】ステップ S 2 4 では、アップ区間のレベルピーク群とダウン区間のレベルピーク群をペアリングする。ペアリングとは、同一ターゲットに基づくと推定されるレベルピーク群同士を組み合わせることであり、図 3 および図 4 を用いてその方法を説明する。

【0047】各レベルピーク群の代表走査角は、ターゲットの中心方位を示している。したがって、同一ターゲットに基づくレベルピーク群を組み合わせるには、代表

走査角が一致しているもの同士を組み合わせればよい。

【0048】図 3 において、アップ区間のレベルピーク群 3 1 および 3 2 はいずれも代表走査角が $\theta 1$ であり、ダウン区間における代表走査角が $\theta 1$ であるレベルピーク群 3 5 との組み合わせが可能である。代表走査角 $\theta 2$ については、アップ区間のレベルピーク群 3 3 とダウン区間のレベルピーク群 3 7 がペアリングし、代表走査角 $\theta 3$ については、アップ区間のレベルピーク群 3 4 とダウン区間のレベルピーク群 3 6 がペアリングする。

10 【0049】代表走査角 $\theta 1$ については、アップ区間について 2 つのレベルピーク群 3 1, 3 2 が存在するので、いずれか一方をダウン区間のレベルピーク群 3 5 のペアリング対象として採用し、他方を除去する必要がある。この場合の選択要素としては、レベルピークの最大値の比較、レベルピーク分布幅の比較がある。レベルピークの最大値がより近いもの同士、レベルピーク分布幅がより近いもの同士をペアリングする。同一ターゲットからの反射波に基づけば、レベルピーク最大値およびレベルピーク分布幅がほぼ等しくなるはずだからである。

20 【0050】いずれの観点からみても、レベルピーク群 3 5 のペアリング対象はレベルピーク群 3 1 となり、レベルピーク群 3 2 はノイズとして扱われる。この場合、レベルピーク群 3 2 のデータが無視されることになるが、少なくとも、レベルピーク群 3 5 とレベルピーク 3 2 をペアリングしてしまうようなミスは避けることができる。

【0051】代表走査角 $\theta 2$ および $\theta 3$ については、1 対 1 の対応が明確に定まる。ここで注目すべきことは、代表走査角を用いてペアリングするために、ビート周波数の大小関係がアップ区間とダウン区間とで入れ替わっていても正しくペアリングできている点である。

30 【0052】もし、グルーピングを行わずに、個々のレベルピーク同士を同一走査角についてペアリングしようすると、レベルピーク群 3 3 を構成するレベルピークとレベルピーク 3 6 を構成するレベルピークとを誤ってペアリングする可能性が極めて高い。しかし、この実施形態によればそのようなペアリングミスが生じない。

【0053】図 5 はレベルピーク群のペアリングに関する他の例を示すグラフである。図 3 と同様に、同図 (a) はアップ区間でのグルーピング、同図 (b) はダウン区間でのグルーピングの様子を示す。同図 (a) および (b) において、横軸に走査角をとり、縦軸にビート周波数をとっている。また、レベルピークを点で示し、点の大きさをレベルピークの高さを示している。レベルピークが高いほど点の大きさが大きくなっている。

【0054】この例は、アップ区間のグルーピングの際にレベルピーク分布幅が所定値を越えたレベルピーク群が作られた場合である。レベルピーク群 5 2 がそれであるが、図 2 のフローチャートにおけるステップ S 2 1, 2 2 により、新グルーピング群 5 3 が生成される。これ

により、アップ区間では3つのレベルピーク群51, 52, 53が存在し、それぞれの代表走査角が θ_5 , θ_6 , θ_7 となる。

【0055】一方、ダウン区間のレベルピーク群は当初より代表走査角がそれぞれ θ_5 , θ_6 , θ_7 の3つのレベルピーク群55, 56, 57が存在する。したがって、代表走査角が同じもの同士を一義的にペアリングできる。

【0056】このようにしてステップS24のペアリングが完了すると、ステップS25に移行して、ペアリングされたレベルピーク群のビート周波数を用いてターゲットの処理及び速度を演算により求める。この演算はFM-CWレーダ装置の基本原理に基づくものである。

【0057】ここで、念のためにFM-CWレーダ装置の探知原理を簡単に説明する。

【0058】送信信号の中心周波数を f_0 、周波数変調幅を ΔF 、FM変調周波数を f_m とし、さらに、ターゲットの相対速度が零のときのビート周波数（狭義のビート周波数）を f_r 、相対速度に基づくドップラ周波数を f_d 、アップ区間のビート周波数を f_{b1} 、ダウン区間のビート周波数を f_{b2} とすると、

$$f_{b1} = f_r - f_d \quad \dots (1)$$

$$f_{b2} = f_r + f_d \quad \dots (2)$$

が成り立つ。

【0059】したがって、変調サイクルのアップ区間とダウン区間のビート周波数 f_{b1} および f_{b2} を別々に測定すれば、次式(3)、(4)から f_r および f_d を求めることができる。

【0060】

$$f_r = (f_{b1} + f_{b2}) / 2 \quad \dots (3)$$

$$f_d = (f_{b2} - f_{b1}) / 2 \quad \dots (4)$$

f_r および f_d が求まれば、ターゲットの距離 R と速度 V を次の(5)(6)式により求めることができる。

【0061】

$$R = (C / (4 \cdot \Delta F \cdot f_m)) \cdot f_r \quad \dots (5)$$

$$V = (C / (2 \cdot f_0)) \cdot f_d \quad \dots (6)$$

ここに、 C は光の速度である。

【0062】図3を例にとると、レベルピーク群33とレベルピーク群37との組み合わせにおいて、 f_3 および f_7 がそれぞれ上記(1)～(4)式における f_{b1} および f_{b2} に相当する。

【0063】ステップS26では、このようにして得られたターゲットの距離 R および速度 V を過去のターゲット情報と組み合わせて、ターゲットの時系列的な動きを検知し、さらに、時系列的な動きから、ターゲットの種別や将来動きを予測して、より詳細なターゲット認識を行う。

【0064】なお、本実施形態では、DBF合成によるビーム走査を行っているが、フェイズド・アレー方式のビーム走査や機械式のビーム走査であってもよい。

【0065】

【発明の効果】以上のように、本発明のFM-CWレーダ装置によれば、ビート周波数のレベルピークを、アップ区間およびダウン区間のそれぞれにおいてグルーピングした後に、アップ区間とダウン区間のペアリングを行うので、ペアリングミスの発生を抑制することができ、正確なターゲット検知ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるFM-CWレーダ装置の構成を示すブロック図。

【図2】その動作を示すフローチャート。

【図3】レベルピーク群のペアリングを説明するためのグラフ。

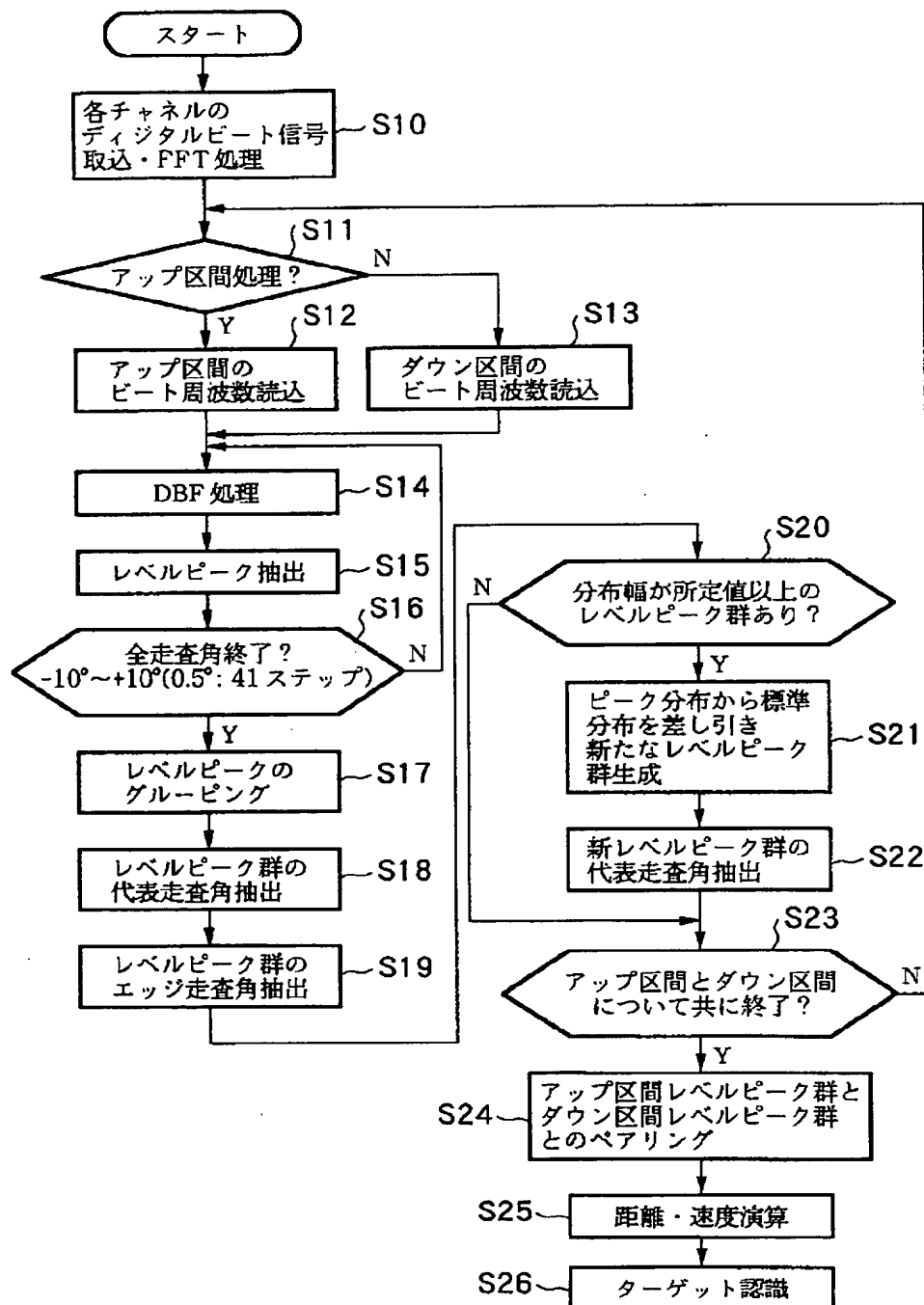
【図4】レベルピーク分布から標準分布を差し引く処理を説明するためのグラフ。

【図5】レベルピーク群のペアリングを説明するためのグラフ。

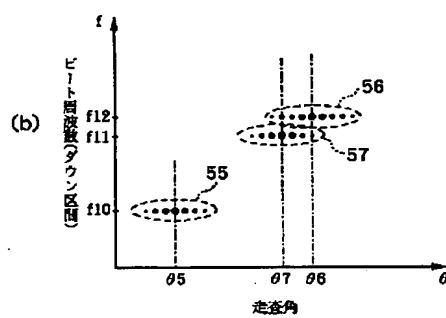
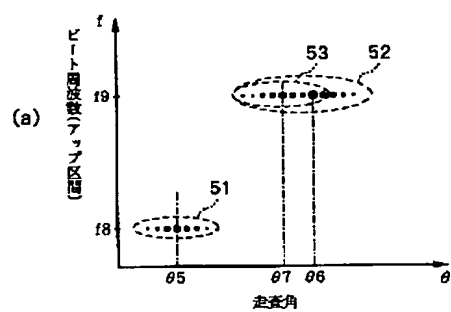
【符号の説明】

1…アレーアンテナ、10…高周波回路、11…ミキサ群、14…電圧制御発振器、15…分岐回路、22…制御用直流電源、24…低雑音アンプ、25…高速A/D変換器、26…信号処理部、27…複素FFT演算部。

【図2】



【図 5】



* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
(11) [Publication No.] JP, 2000-65921, A (P2000-65921A)
(43) [Date of Publication] March 3, Heisei 12 (2000. 3.3)
(54) [Title of the Invention] FM-CW radar installation
(51) [The 7th edition of International Patent Classification]
G01S 13/34
13/93
[FI]
G01S 13/34
13/93 Z
[Request for Examination] Un-asking.
[The number of claims] 3
[Mode of Application] OL
[Number of Pages] 9
(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 10-231571
(22) [Filing date] August 18, Heisei 10 (1998. 8.18)
(71) [Applicant]
[Identification Number] 000003207
[Name] Toyota Motor Corp.
[Address] 1, Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken
(72) [Inventor(s)]
[Name] Yamada Yukinori
[Address] 1, Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken Inside of Toyota Motor Corp.
(74) [Attorney]
[Identification Number] 100088155
[Patent Attorney]
[Name] Hasegawa Yoshiki (besides one person)
[Theme code (reference)]

5J070

[F term (reference)]

5J070 AB19 AC02 AC06 AD09 AD13 AF03 AG07 AH14 AH19 AH25 AH31 AH33 AH35
AH50 AJ13 AK14 BA01

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

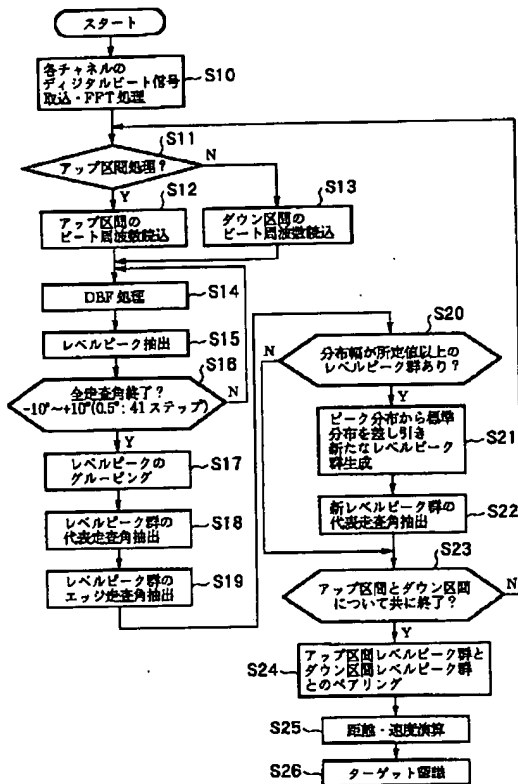
Epitome

(57) [Abstract]

[Technical problem] Offer the FM-CW radar installation which makes possible beat frequency of the rise section, beat frequency of the down section, and suitable pairing.

[Means for Solution] Set the FM-CW radar installation of this invention to each of the rise section and the down section. A peak extract means to extract the level peak in the same scan angle of the beat frequency which mixed the input signal and the sending signal and was obtained, A grouping means to carry out the grouping of the things of the almost same beat frequency which adjoins a scanning direction, and to generate a level peak group about each of the extracted rise section level peak and a down section level peak, A pairing means by which a representation scan angle carries out pairing of a rise section level peak group and the down section level peak group by equals, It has an operation means to compute target information from the representation beat frequency of a rise section level peak group and the representation beat frequency of a down section level peak group by which pairing was carried out.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The FM-CW radar installation of the scan mold characterized by providing the following A peak extract means to extract the level peak in the same scan angle of the beat frequency which mixed the input signal and the sending signal and was obtained in each of the increment section in modulation frequency, and the modulation frequency reduction

section A grouping means to carry out the grouping of the things of the almost same beat frequency which adjoins a scanning direction, and to generate a level peak group about each of said extracted increment section level peak and a reduction section level peak A pairing means by which a representation scan angle carries out pairing of an increment section level peak group and the reduction section level peak group by equals An operation means to compute target information from the representation beat frequency of an increment section level peak group and the representation beat frequency of a reduction section level peak group by which pairing was carried out

[Claim 2] The FM-CW radar installation according to claim 1 characterized by performing pairing by said pairing means after deducting normal distribution from the peak distribution concerned and generating the level peak group of new peak distribution, when the peak distribution width of face of said level peak group is more than predetermined width of face.

[Claim 3] Said normal distribution are FM-CW radar installations according to claim 2 characterized by normalizing the level peak data of the single target by which measurement storage was carried out beforehand.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the FM-CW radar installation using the sending signal which hung frequency modulation (FM) on the continuous wave (CW).

[0002]

[Description of the Prior Art] The FM-CW radar fits detection of the body of a short distance comparatively as compared with the pulse radar, and researches and developments of the FM-CW radar installation as a means to detect the location and relative velocity of an automobile etc. which are carried and preceded with an automobile are furthered in recent years.

[0003] In a FM-CW radar installation, the distance and the rate of a target which are in the beam direction from the beat frequency of the increment section in modulation frequency (it is only henceforth called the rise section) and the beat frequency of the modulation frequency reduction section (it is only henceforth called the down section) in the same beam are computed. By performing this processing to all the beams of a scanning zone, the information on the target which exists in a scanning zone is acquired.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When a target is single, the level peak of beat frequency based on the reflected wave from a target is single respectively in the rise section and the down section. Therefore, the distance and the rate of the target concerned can be found using the beat frequency which shows the level peak in each section.

[0005] However, when various bodies are intermingled in detection within the limits, in each of the rise section and the down section, many level peaks of beat frequency exist in many cases within the same beam. Therefore, it is difficult to judge whether pairing of the level peak of the arbitration of the beat frequency in the rise section is carried out to which beat frequency level peak of the down section, and was easy to produce a pairing mistake.

[0006] Since there is reflection from various bodies other than a target target like a road-side anchorage only from the circumference car which is a target target when a FM-CW radar installation is especially used as a radar installation for mount for circumference car detection, it is easy to produce a pairing mistake which was mentioned above. For example, supposing there is two to reflection of a migration body and a fixed body, if it may have reversed in the rise section and the down section and pairing of the size relation of the beat frequency corresponding to each is simply carried out to the order of magnitude of beat frequency in that case, it cannot recognize a target correctly.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The FM-CW radar installation of this invention is for solving such a technical problem. A peak extract means

to extract the level peak in the same scan angle of the beat frequency which mixed the input signal and the sending signal and was obtained in each of the rise section and the down section, A grouping means to carry out the grouping of the things of the almost same beat frequency which adjoins a scanning direction, and to generate a level peak group about each of the extracted rise section level peak and a down section level peak, A pairing means by which a representation scan angle carries out pairing of a rise section level peak group and the down section level peak group by equals, It has an operation means to compute target information from the representation beat frequency of a rise section level peak group and the representation beat frequency of a down section level peak group by which pairing was carried out.

[0008] If the beam scan of the predetermined range is performed within the short period when the distance and the rate of a target do not change substantially, the beat frequency based on the reflected wave from the target of arbitration will become settled in one value in each of the rise section and the down section.

[0009] Therefore, if its attention is paid to the beat frequency used as the level peak extracted with the peak extract means, the same beat frequency which sees and follows a scanning direction in each of the rise section and the down section can be presumed to be a thing based on the electric wave reflected with the same target.

[0010] With a grouping means, the level peak group considered to correspond to one target is generated by summarizing a level peak with such same beat frequency. In addition, each level peak value in one level peak group turns into a low value gradually as it is the highest and a beam separates from a target core, when there is beam bearing (scan angle) at the core of a target.

[0011] On the other hand, the representation scan angle (main scan angle) of the level peak group of the rise section and the level peak group of the down section corresponding to one target must be in agreement. Therefore, in a pairing means, the level peak group of the rise section is compared with the level peak group of the down section, and if a level peak center-of-group scan angle chooses the same things from the rise section and the down section, respectively and carries out pairing, pairing of the level peak group corresponding to a different target will not be carried out.

[0012] Thus, if the representation beat frequency of the level peak group by which pairing was carried out is applied to the general formula of target detection of a FM-CW radar in an operation means, the distance and the rate of a target are mistaken and it can detect that there is

nothing.

[0013] However, if the beat frequency resulting from two or more targets is in agreement like [in case two or more targets are located in a line at the same distance and the same rate], although a target is plurality, a single level peak group may be generated by the grouping means. In this case, although based also on how to decide a representation scan angle, either of two or more targets will usually be detected typically.

[0014] Thus, when one level peak group is generated to two or more targets, generally the peak distribution width of face of a level peak group is wide. the distribution width of face of a level peak group, and the scan angle range which a level peak group will overlook if it puts in another way -- the use purpose of a radar installation -- things -- generally an upper limit has ****.

[0015] So, when the peak distribution width of face of a level peak group is more than predetermined width of face, it is desirable to deduct normal distribution from the peak distribution concerned, and to generate the level peak group of new peak distribution.

[0016] Thus, the generated new level peak group becomes a thing based on the target except the strongest target of the reflected wave reinforcement of two or more targets, and if pairing is carried out including this new level peak group, its resolution of detection of a target will improve further.

[0017] As for normal distribution, it is desirable to normalize the level peak data of the single target by which measurement storage was carried out beforehand.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the FM-CW radar installation which is 1 operation gestalt of this invention. This FM-CW radar installation is also a DBF radar installation which forms an antenna beam by digital signal processing, and scans it.

[0019] The array antenna 1 for reception is equipped with eight component antennas corresponding to each receiving channel. Each component antenna is connected to the mixer 11-0 to 11-7 corresponding to each through each isolator which constitutes the isolator group 12.

[0020] A mixer 11-0 to 11-7 mixes a part of sending signal to the input signal which reached each component antenna, and acquires a beat signal. The sending-signal component given as a local signal is given to a mixer 11-0 to 11-7 through a branch circuit 15 and the isolator group 13 from the voltage-controlled oscillator (VCO) 14.

[0021] Center frequency is the varactor control mold Gunn oscillator of

f_0 (for example, 60GHz), and an oscillator 14 outputs the modulated wave to $f_0 + (1/2) \Delta f$ with the control voltage outputted from DC power supply 22 for a modulation. FM modulation here is a triangular wave modulation which the increment section in a frequency (rise section) and the frequency reduction section (down section) follow by turns. In the rise section, a frequency increases to a linear from $f_0 - (1/2) \Delta f$ to $f_0 + (1/2) \Delta f$, and a frequency decreases in the same time amount as the rise section in the down section at a linear from $f_0 + (1/2) \Delta f$ to $f_0 - (1/2) \Delta f$.

[0022] As mentioned above, this FM modulated wave branches to eight channels as a local signal, is mixed with the input signal of eight channels in each mixer 11-0 to 11-7, respectively, and generates the beat signal classified by channel, while it is given to the transmitting antenna 21 through a branch circuit 15 and is emitted as a sending signal. In addition, DC power supply 22 change an output voltage value in the shape of a triangular wave periodically by control of the source 23 for a modulation of a signal.

[0023] A low noise amplifier 24, high-speed A/D converter 25, the signal-processing section 26, and the complex FFT operation part 27 are formed in the latter part of the RF circuit 10 which consists of the mixer group 11, isolator groups 12 and 13, an oscillator 14, and a branch circuit 15.

[0024] A low noise amplifier (amplifier) 24 amplifies to parallel the beat signal of eight channels outputted from the mixer 11-0 to 11-7. Moreover, amplifier 24 contains the low pass filter of 77kHz of cut off frequencies for anti-aliasing.

[0025] High-speed A/D converter 25 is a circuit which carries out A/D conversion of each beat signal of eight channels to coincidence parallel, and samples by 200kHz. With this sampling frequency, the sampling of 128 points is performed in the rise section and the down section of a triangular wave in FM modulation, respectively.

[0026] The signal-processing section 26 acquires the digital beat signal classified by channel from high-speed A/D converter 25, performs various signal processing according to the flow chart shown in drawing 2, and performs recognition processing of a target (object).

[0027] The complex FFT operation part 27 is operation part which executes by proxy and performs the complex FFT operation in a series of processings in the signal-processing section 26, carries out a complex FFT operation for the digital beat signal classified by channel from the signal-processing section 26 to reception and this, and returns the result to the signal-processing section 26.

[0028] Below, it explains with the flow chart which shows the operations sequence of this equipment to drawing 2 .

[0029] First, the digital beat signal classified by channel is incorporated at step S10. Since this digital beat signal classified by channel is acquired by performing the sampling of 128 points according to a channel in the rise section and the down section, respectively, it will be total and will incorporate the data for $128(\text{point}) \times 2(\text{section}) \times 8(\text{channel}) = 2048$ point. And based on these data, FFT (fast-Fourier-transform processing) activation is carried out according to a channel, and beat frequency information is acquired. All the beat frequency information acquired here is stored in the storage section in the signal-processing section 26. In addition, this beat frequency information classified by channel includes topology required in the case of next DBF processing.

[0030] At step S11, various kinds of processings to be performed from now on judge the thing to rise section data, or the thing to down section data. When affirmed by this decision (i.e., when future processings are the things to rise section data), it shifts to step S12, and the digital beat frequency information on the rise section memorized at step S10 is read, and it prepares for next DBF processing. When denied at step S11, it progresses to step S13, the digital beat frequency information on the down section memorized at step S10 is read, and it prepares for next DBF processing.

[0031] At step S14, phase rotation by digital signal processing is performed according to a channel to beat frequency information, and a beam is formed in the one direction of a scan angle which divided from -10 degrees to +10 degrees in the 41 directions by the 0.5 degree unit. At step S15, the level peak which makes beat frequency a variable about bearing (scan angle θ) of the beam formed at step S14 is extracted. At step S16, when it judges whether DBF processing of step S14 and level peak extract processing of step S15 were ended to 41 bearings from -10 degrees to +10 degrees as opposed to the omnidirection and a level peak extract is completed to an omnidirection, it shifts to step S17.

[0032] At step S17, the grouping of the things of the almost same beat frequency which adjoins a scanning direction is carried out, and a level peak group is generated.

[0033] Drawing 3 is a graph which shows the situation of grouping, and, as for the grouping in the rise section, and this drawing (b), this drawing (a) shows the situation of the grouping in the down section. In this drawing (a) and (b), the scan angle was taken along the axis of abscissa, and beat frequency is taken along the axis of ordinate.

Moreover, a point shows a level peak and the magnitude of a point shows the height of a level peak. The magnitude of a point is large, so that a level peak is high.

[0034] Suppose that the rise section is processing now. If drawing 3 (a) is referred to, two or more level peaks of beat frequency f_1 exist succeeding the scan angle range centering on the scan angle θ_1 . At step S17, the grouping of these level peaks is carried out, and it considers as one level peak group 31. Since two or more level peaks of beat frequency f_2 , f_3 , and f_4 exist similarly succeeding the scan angle range centering on the scan angles θ_1 , θ_2 , and θ_3 , respectively, the grouping of these is carried out and it considers as the level peak groups 32, 33, and 34, respectively.

[0035] Termination of the grouping of a level peak performs the extract of a representation scan angle in step S18. With this operation gestalt, the scan angle of the level peak which shows the highest level in a level peak group is used as a representation scan angle. When drawing 3 (a) is referred to, the representation scan angle of the level peak groups 31 and 32 is θ_1 , and the representation scan angles of the level peaks 33 and 34 are θ_2 and θ_3 , respectively.

[0036] Then, at step S19, the edge scan angle of each level peak group is extracted. An edge scan angle is a scan angle to which only a predetermined value serves as low level from the maximum level (level in a representation scan angle) of a level peak group, and when drawing 3 (a) is taken for an example, it is a scan angle of a level peak located in the left end and right end of each level peak groups 31-34.

[0037] At step S20, the include-angle range from the level peak distribution width of face of each level peak group, i.e., the left edge scan angle of each level peak group, to a right edge scan angle is investigated, and it judges whether the thing beyond a predetermined value has level peak distribution width of face. In affirming by this decision, it progresses to step S22 through step S21.

[0038] At step S21, from level peak distribution of the level peak group which is beyond a predetermined value, level peak distribution width of face deducts standard level peak distribution (it is only henceforth called normal distribution), and generates a new level peak group. At step S22, the representation scan angle of the new level peak group generated at step S21 is extracted.

[0039] Drawing 4 is a graph for reaching and explaining processing of 22 step S21. This drawing (a) shows level peak distribution of the level peak group before total processing, this drawing (b) shows normal distribution and this drawing (c) shows the new level peak distribution

generated after total processing. In each graph, the scan angle was taken along the axis of abscissa, and the peak level is taken along the axis of ordinate.

[0040] In step S17, the grouping of the level peak distribution 41 shown in drawing 4 (a) is carried out, the representation scan angle θ_{41} is extracted at step S18, and it is judged that the distribution width of face W41 is beyond a predetermined value in step S20.

[0041] The level peak distribution 42 shown in drawing 4 (b) is the normal distribution over the level peak distribution 41. The peak level in the representation scan angle and representation scan angle of level peak distribution over a standard single target normalizes these normal distribution so that it may be in agreement with the peak level in the representation scan angle and its representation scan angle of the level peak distribution 41. In addition, the level peak distribution over a standard single target is measured beforehand, and is memorized.

[0042] The level peak distribution 43 shown in drawing 4 (c) shows the result of having deducted such normal distribution 42 from the level peak distribution 41.

[0043] The level peak distribution which has the distribution width of face exceeding a predetermined value is considered based on the reflected wave from two or more targets. Based on the reflected wave from two targets with which the level peak distribution 43 is located in a line at the same distance and the same rate, the representation scan angle θ_{41} is based on a reflected wave from one target. Normal distribution 42 can presume the level peak distribution only based on the reflected wave of the target of another side by presuming the level peak distribution only based on the reflected wave from the target of one of these, and deducting this from the level peak distribution 41. The level peak distribution 43 is it and the representation scan angle θ_{43} shows bearing of the target of the another side. In addition, the representation scan angle θ_{42} of normal distribution 42 is the same as the representation scan angle θ_{41} of a definition to the level peak distribution 43.

[0044] It shifts to step S23 continuously. At step S23, it is judged whether a series of processings from step S12 mentioned above to step S22 were performed to both the rise section and the down section. When denied by this decision, it progresses to step S11, and return and when it is affirmed, it progresses to step S24.

[0045] A series of processings from step S14 to step S22 based on the beat frequency data of the rise section are completed, and since it is the case where this processing based on the beat frequency data of the

down section is not yet performed, the case where it returns from step S23 to step S11 is denied by decision at step S11. And it shifts to step S13, reading of the beat frequency data of the down section computed and memorized at step S10 is performed, and processing from step S14 to step S22 is performed based on this reading data. If it shifts to step S23 at this time, decision there will be affirmed and will shift to step S24.

[0046] At step S24, pairing of the level peak group of the rise section and the level peak group of the down section is carried out. Pairing is combining the level peak groups presumed to be based on the same target, and the approach is explained using drawing 3 and drawing 4 .

[0047] The representation scan angle of each level peak group shows central bearing of a target. Therefore, what is necessary is just to combine those whose representation scan angle corresponds, in order to combine the level peak group based on the same target.

[0048] In drawing 3 , a representation scan angle is all theta 1, and combination with the level peak group 35 whose representation scan angle in the down section is theta 1 is possible for the level peak groups 31 and 32 of the rise section. About the representation scan angle theta 2, the level peak group 33 of the rise section and the level peak group 37 of the down section carry out pairing, and the level peak group 34 of the rise section and the level peak group 36 of the down section carry out pairing about the representation scan angle theta 3.

[0049] Since two level peak groups 31 and 32 exist [angle / theta 1 / representation scan] about the rise section, it is necessary to adopt either as a pairing object of the level peak group 35 of the down section, and to remove another side. As a selection element in this case, there are a comparison of the maximum of a level peak and a comparison of level peak distribution width of face. Pairing of things with the nearer maximum of a level peak and the things with nearer level peak distribution width of face is carried out. It is because level peak maximum and level peak distribution width of face should become almost equal if based on a reflected wave from the same target.

[0050] In view of which viewpoint, the pairing object of the level peak group 35 serves as the level peak group 31, and the level peak group 32 is treated as a noise. In this case, although the data of the level peak group 32 will be disregarded, a mistake at least which carries out pairing of the level peak 32 to the level peak group 35 is avoidable.

[0051] About the representation scan angles theta2 and theta3, correspondence of 1 to 1 becomes settled clearly. In order to carry out pairing using a representation scan angle, what should be observed here is the point which has carried out pairing correctly, even if the size

relation of beat frequency was changed in the rise section and the down section.

[0052] Possibility of carrying out pairing of how carrying out pairing of each level peaks about the same scan angle, without performing grouping then the level peak which constitutes the level peak group 33, and the level peak which constitutes the level peak 36 accidentally is very high. However, according to this operation gestalt, such a pairing mistake does not arise.

[0053] Drawing 5 is a graph which shows other examples about pairing of a level peak group. In the grouping in the rise section, and this drawing (b), this drawing (a) shows the situation of the grouping in the down section like drawing 3. In this drawing (a) and (b), the scan angle was taken along the axis of abscissa, and beat frequency is taken along the axis of ordinate. Moreover, a point shows a level peak and the magnitude of a point shows the height of a level peak. The magnitude of a point is large, so that a level peak is high.

[0054] This example is the case where the level peak group in which level peak distribution width of face exceeded the predetermined value on the occasion of the grouping of the rise section is made. the level peak group 52 -- then, the step S in the flow chart of drawing 2 although it is -- the new grouping group 53 is generated by 21 and 22. Thereby, in the rise section, three level peak groups 51, 52, and 53 exist, and each representation scan angle becomes θ_5 , θ_6 , and θ_7 .

[0055] On the other hand, as for the level peak group of the down section, three level peak groups, θ_5 , θ_6 , and θ_7 , 55, 56, and 57 exist [a representation scan angle] from the beginning, respectively. Therefore, a representation scan angle can carry out pairing of the same things uniquely.

[0056] If such is carried out and pairing of step S24 is completed, it will shift to step S25 and processing of a target and a rate will be found by the operation using the beat frequency of the level peak group by which pairing was carried out. This operation is due to radical Motohara ** of a FM-CW radar installation.

[0057] Here, the detection principle of a FM-CW radar installation is briefly explained for a sense.

[0058] When f_0 and frequency modulation width of face are set to ΔF , FM modulation frequency is set to f_m for the center frequency of a sending signal and beat frequency of f_{b1} and the down section is further set [the Doppler frequency based on f_r and relative velocity for beat frequency (beat frequency in a narrow sense) in case the relative

velocity of a target is zero] to fb2 for the beat frequency of fd and the rise section, it is $fb1=fr-fd$. -- (1)

$fb2=fr+fd$ -- (2)

*****.

[0059] Therefore, if the beat frequency fb1 and fb2 of the rise section of a modulation cycle and the down section is measured separately, fr and fd can be calculated from a degree type (3) and (4).

[0060]

$fr = (fb1+fb2)/2$ -- (3)

$fd = (fb2-fb1)/2$ -- (4)

If fr and fd can be found, the distance R and the rate V of a target can be found by the following (5) and (6) type.

[0061]

$R = (C/(4 \text{ and } \Delta F - f_m))$, fr -- (5)

$V = (C/(2, f_0))$, fd -- (6)

C is the rate of light here.

[0062] When drawing 3 is taken for an example, in the combination of the level peak group 33 and the level peak group 37, f3 and f7 are equivalent to fb1 and fb2 in the above-mentioned (1) - (4) type, respectively.

[0063] At step S26, a serial motion of a target is detected for the distance R and the rate V of the target obtained by doing in this way combining the target information on past, from a still more nearly serial motion, classification and a future motion of a target are predicted and more detailed target recognition is performed.

[0064] In addition, although the beam scan by DBF composition is performed with this operation gestalt, you may be a beam scan and a mechanical beam scan of a phase array method.

[0065]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since according to the FM-CW radar installation of this invention pairing of the rise section and the down section is performed after carrying out the grouping of the level peak of beat frequency in each of the rise section and the down section, generating of a pairing mistake can be controlled and exact target detection can be performed.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the configuration of the FM-CW radar installation which is 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The flow chart which shows the actuation.

[Drawing 3] The graph for explaining pairing of a level peak group.

[Drawing 4] The graph for explaining the processing which deducts normal distribution from level peak distribution.

[Drawing 5] The graph for explaining pairing of a level peak group.

[Description of Notations]

1 [-- A voltage controlled oscillator, 15 / -- A branch circuit, 22 / -
- The DC power supply for control, 24 / -- Low noise amplifier, 25 / --
A high-speed A/D converter, 26 / -- The signal-processing section, 27 /
-- Complex FFT operation part.] -- An array antenna, 10 -- A RF circuit,
11 -- A mixer group, 14

[Translation done.]

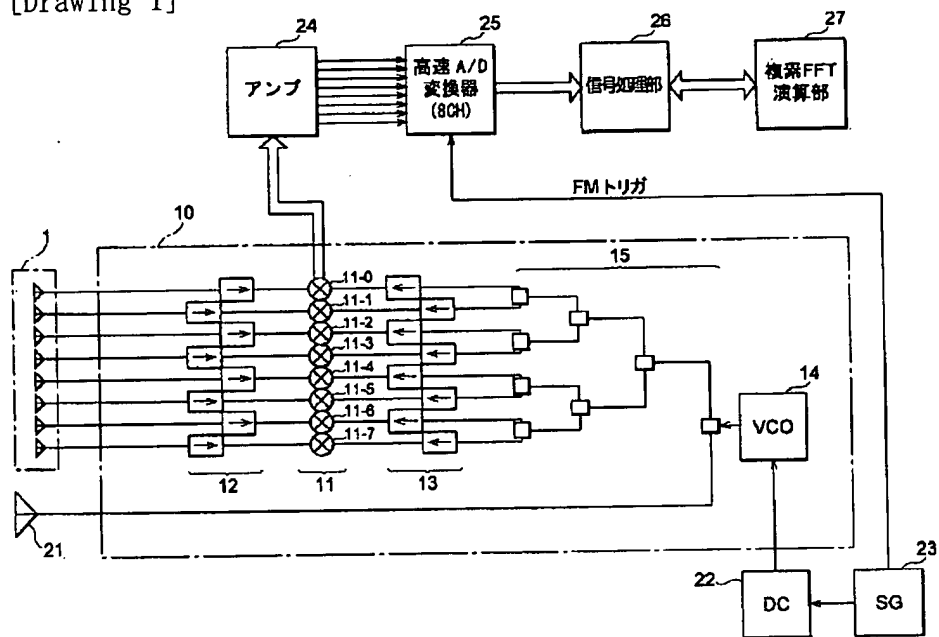
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

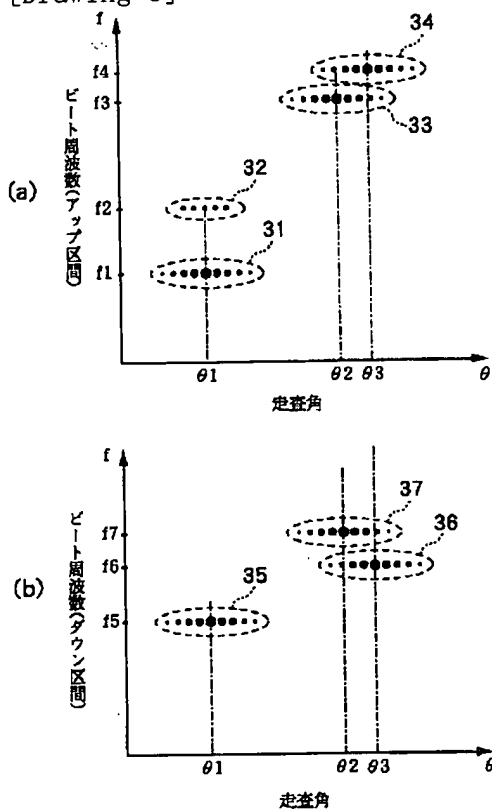
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

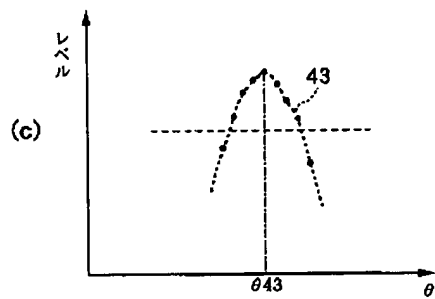
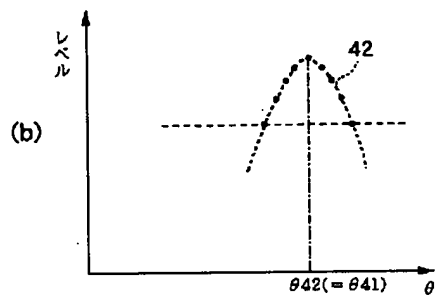
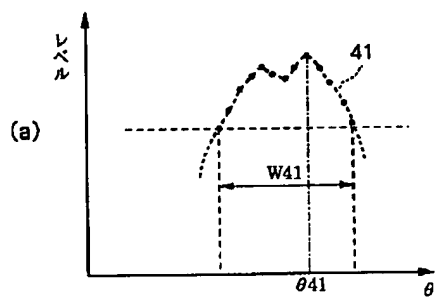
[Drawing 1]



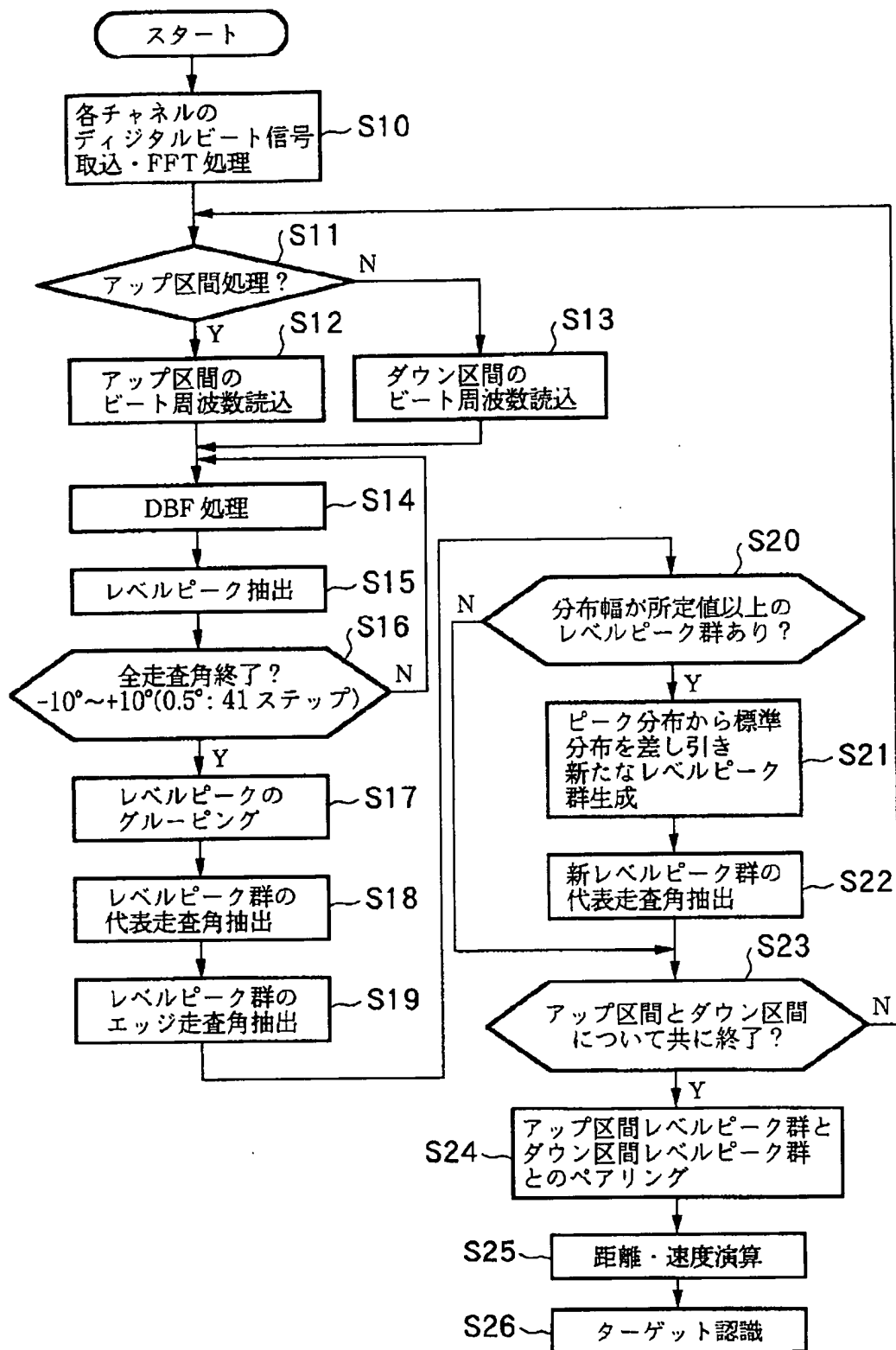
[Drawing 3]



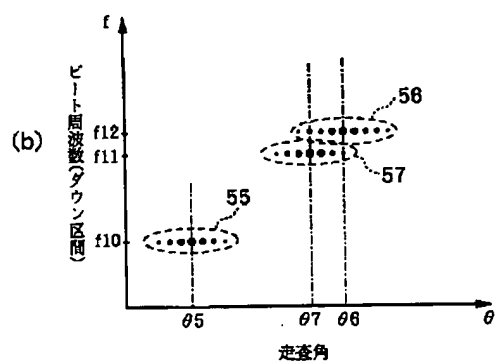
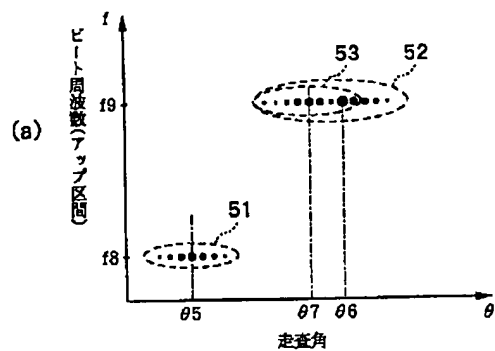
[Drawing 4]



[Drawing 2]



[Drawing 5]



[Translation done.]